

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **ZAVRŠNI RAD**

**Matija Batan**

Zagreb, 2013.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Neven Pavković, dipl. ing.

Student:

Matija Batan

Zagreb, 2013.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svom mentoru dr.sc. Nevenu Pavkoviću na svim komentarima i savjetima koji su bile od velike važnosti tijekom pisanja ovog rada.

Posebno bih se zahvalio svojoj djevojci Maji koja je vjerovala u mene u trenucima kada ni ja nisam.

Matija Batan



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:  
procesno-energetski, konstrukcijski, broдостројарски i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student:

Mat. br.:

Naslov rada na  
hrvatskom jeziku:

Naslov rada na  
engleskom jeziku:

Opis zadatka:

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datumi obrane:

Zadatak zdao:

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Igor Balen

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE .....	V
POPIS OZNAKA .....	VI
SAŽETAK.....	VIII
SUMMARY .....	IX
1. UVOD.....	1
2. KORJENASTO I GOMOLJASTO POVRĆE.....	2
3. TRAKTOR .....	3
3.1. Karakteristike traktora.....	3
3.1.1. Kuka.....	3
3.1.2. Poteznica .....	4
3.1.3. Izlazno vratilo traktora .....	6
3.2. Traktor FENDT 309 VARIO .....	7
4. ANALIZA TRŽIŠTA .....	9
4.1. Messis SP 50 V .....	9
4.2. Messis SP 100 .....	10
4.3. SIMON LAVS 140 .....	11
4.4. Uniagroup WEGA 1400/1600 .....	12
4.5. Renqiu Yu Qilin 4UZ-1 .....	13
4.6. Holares UR 135/170/205 .....	14
4.7. Agrodivo BULWA 2-2 .....	15
4.8. Amity 2300 .....	16
5. PATENTI.....	17
5.1. Patent broj EP0187164 A2.....	17
5.2. Patent broj EP0547885 B1 .....	18
6. GENERIRANJE KONCEPTA UREĐAJA.....	19
6.1. Koncept 1 .....	22
6.2. Koncept 2 .....	23
6.3. Koncept 3 .....	24
6.4. Vrednovanje koncepata.....	25
7. PRORAČUN .....	26
7.1. Proračun remenice i remena.....	26
7.2. Proračun kritičnih zavora .....	30
7.3. Proračun ležajeva .....	33
7.4. Proračun vratila .....	34
8. ZAKLJUČAK.....	35

---

LITERATURA.....	36
PRILOZI.....	37

## POPIS SLIKA

Slika 1	Luk posađen u tri reda .....	2
Slika 2	Traktorska kuka .....	3
Slika 3	Komponente stražnje poteznice.....	4
Slika 4	Komponente stražnje poteznice vezane uz traktor .....	5
Slika 5	Zglobno vratilo ( kardan ) .....	6
Slika 6	Traktor FENDT 309 VARIO .....	7
Slika 7	Messis SP 50 V.....	9
Slika 8	Messis SP 100 .....	10
Slika 9	LAVS 140.....	11
Slika 10	WEGA 1400/1600.....	12
Slika 11	WEGA 1400/1600 gumeni "prsti".....	12
Slika 12	4UZ-1 .....	13
Slika 13	UR 135/170/205 .....	14
Slika 14	BULWA 2-2 .....	15
Slika 15	Amity 2300.....	16
Slika 16	Patent EP0187164 A2 .....	17
Slika 17	Patent EP0547885 B1.....	18
Slika 18	Funkcijska struktura .....	19
Slika 19	Koncept 1 .....	22
Slika 20	Koncept 2 .....	23
Slika 21	Koncept 3 .....	24
Slika 22	Uski klinasti remen SPB.....	26
Slika 23	Dimenzije remenica prema DIN 2211 .....	26
Slika 24	Dimenzije i oblik manje (lijevo) i veće (desno) remenice .....	27
Slika 25	Suma sila na remenici.....	29
Slika 26	Opterećenje prvog zavora.....	30
Slika 27	Površina prvog zavora .....	30
Slika 28	Donji dio trotočja.....	31
Slika 29	Površina drugog zavora za smik (lijevo) i savijanje (desno).....	32

**POPIS TABLICA**

Tablica 1	Komponente i dimenzije stražnje poteznice.....	5
Tablica 2	Tehničke karakteristike traktora FENDT 309 VARIO .....	8
Tablica 3	Morfološka matrica .....	20
Tablica 4	Vrednovanje koncepata .....	25
Tablica 5	Veličine profila remenice SPB .....	27
Tablica 6	Dimenzije remenica.....	27



## **POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE**

MB-2013-00 Vibrirajuća vasilica korjenastog i gomoljastog povrća

MB-2013-01 Nosiva konstrukcija

MB-2013-02 Pogonski sklop

MB-2013-03 Gonjeni sklop

MB-2013-04 Vratilo

MB-2013-05 Vratilo 2

## POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
$A_{\text{zaor}}$	$\text{mm}^2$	Opis oznake
$A_{\text{zav}}$	$\text{mm}^2$	Površina zavara
$b_w$	mm	Aktivna širina remena
$C_0$	kN	Statička nosivost ležaja
$C_1$	kN	Statička nosivost izračunatog ležaja
$F_A$	N	Rezultantna sila u remenu
$F_{\text{kard}}$	N	Sila kojom kardan pritišće vratilo
$f_n$	-	Faktor broja okretaja
$F_R$	N	Vučna sila u remenu
$F_{\text{trot}}$	N	Sila koja djeluje na trotočje
$i$	-	Prijenosni omjer
$I_{\text{zav}}$	$\text{mm}^4$	Moment inercije zavara
$L_a$	mm	Aktivna duljina remena
$L_h$	h	Vijek trajanja ležaja
$L_m$	mm	Udaljenost na kojoj djeluje $Q_{\text{uk}}$
$L_t$	mm	Krak savijanja kod trospojne veze
$l_{\text{vr}}$	mm	Udaljenost na kojoj djeluje moment na vratilo
$m_{\text{kard}}$	kg	Masa kardana
$M_{\text{red}}$	Nmm	Reducirani moment
$M_s$	Nmm	Moment savijanja
$M_{\text{sav}}$	Nmm	Moment savijanja
$m_{\text{str}}$	kg	Masa pogonske i gonjene konstrukcije
$m_{\text{uk}}$	kg	Masa pogonske i gonjene konstrukcije i zemlje
$m_z$	kg	Masa zemlje
$n$	$\text{min}^{-1}$	Brzina vrtnje remenica
$Q_{\text{uk}}$	N	Sila na U profil
$Q_z$	N	Sila kojom zemlja djeluje na sito
$T_{\text{rem}}$	Nmm	Moment na gonjenoj remenici
$v_r$	m/s	Brzina remena
$V_z$	$\text{m}^3$	Volumen zemlje sa povrćem
$y_{\text{zav}}$	mm	Razmak od težišnice do najudaljenijeg zavara
$\beta$	°	Obuhvatni kut remena
$\gamma$	°	Kut nagiba vučnog i slobodnog oranka remena
$\rho_z$	$\text{kg/m}^3$	Gustoća zemlje
$\sigma_{\text{dop,red}}$	$\text{N/mm}^2$	Dopušteno reducirano naprezanje

---

$\sigma_{\text{dop,zav}}$	$\text{N/mm}^2$	Dopušteno naprezanje zavara
$\sigma_{\text{otp}}$	$\text{N/mm}^2$	Otpor tla pri zaoravanju
$\sigma_{\text{red}}$	$\text{N/mm}^2$	Reducirano naprezanje
$\sigma_{\text{zav}}$	$\text{N/mm}^2$	Naprezanje u zavaru
$T_{\text{zav}}$	$\text{N/mm}^2$	Tangencijalno naprezanje zavara

## **SAŽETAK**

Tema mog završnog rada je "Vibrirajuća vadilica korjenastog i gomoljastog povrća". Tema je obrađena od ideje do tehničke dokumentacije. Točnije, završni rad sadrži analizu tržišta, potrebe kupaca, funkcijsku strukturu proizvoda, morfološku matricu proizvoda, moguća rješenja (koncepte) od kojih je vrednovanjem po pretpostavljenim najvažnijim karakteristikama za ovaj uređaj odabran najbolji koncept, koji je potom u potpunosti razrađen. Za razrađeni koncept izrađen je 3D model i tehnička dokumentacija u predviđenom opsegu.

Ključne riječi: Vibrirajuća vadilica povrća, traktor

## SUMMARY

Theme of my final work is "Lifting device with shaker for vegetables in soil". Topic was researched from the idea to the technical documentation. Specifically, the final work contains analysis of market, customer needs, functional product structure, the morfological matrix of product, possible solutions (concepts) out of which has been evaluated by most important characteristics for this device has been selected the best concept, which was then completely worked out. For developed concept was created a 3D model and technical documentation in foreseen scope.

Key words: Lifting device vegetables, tractor

## 1. UVOD

Snaga i rad su poznati čovjeku još od davnina. Prije nego što je čovjek kao znanstvenik pristupio proučavanju elemenata za iskoristivost, postojala je potreba za iskoristivom snagom, a u početku samo ljudskom ili onom životinjskom. U mnogim plemenima i narodima civilizacija se počela razvijati od poljoprivrede. Čovjek je kao pojedinac svojim znanjem i mogućnostima težio ka olakšanju života i prehranjivanju obitelji. Kroz povijest se krenulo sa razvijanjem mehaničkih alata i oruđa kako bi čovjeku olakšale rad u polju. Kako smo se razvijali tako se razvijalo i dorađivalo mnogo strojeva koji su olakšavali čovjeku prehranjivanje obitelji i društva. Kroz godine su se pojavile mnoge želje za razvitkom alata i strojeva, a kako vrijeme prolazi potrebe ni u ovo moderno doba ne jenjavaju. Snaga tržišta, a i potrebe na ovom dijelu gospodarstva su se pokazale iznimno visoke i unosne. Ovaj rad stoga posvećujem takvim strojevima, konkretno stroju pod nazivom "Vibrirajuća vadilica korjenastog i gomoljastog povrća". U sklopu ovog završnog rada pokušao sam na najbolji mogući način razraditi temu i prikazati rješenje za potrebe običnog čovjeka. Uz analizu tržišta i potreba kupaca sam prikazao i idejne koncepte od kojih sam odabrao najbolji te ga detaljno razradio. Napravio sam i računalni 3D model te tehničku dokumentaciju. Vjerujem da ovakav stroj pomaže u svakodnevnim poslovima poljoprivrednika i u masovnoj proizvodnji povrća. Na koncu je i glavna zadaća ubrzati, olakšati i zadovoljiti proizvodnju i potrošnju.

## 2. KORJENASTO I GOMOLJASTO POVRĆE

U skupinu korjenastog i gomoljastog povrća spadaju krumpir, mrkva, luk, cikla, peršin, repa, celer, hren, batat itd. Prednosti tog povrća su mnogobrojne, od raznih minerala do vitamina, a koristi se u svrhu jačanja organizma, kao pomoć pri liječenju bolesti srca i krvožilnog sustava, reguliranju tlaka te naravno za spremanje raznih jela i pića. Ono što je nama bitno kod korjenastog i gomoljastog povrća za ovaj rad je način sadnje, odnosno dubina na koju se sadi i raspored i veličina redova sadnje. Bitna stavka kod sadnje je oprema koju posjedujemo te se prema tome može prilagoditi npr. broj redova sadnje.

Kod mrkve su najbrojniji kultivari tipa Nantes. Valjkastog su oblika, s tupim vrhom, promjera oko 3 cm i dužine 14-20 cm. Mrkva se sadi na svega 2 cm dubine. Razmak redova sadnje je 20-30 cm, a najčešće se sadi u pet redova. Luk se sije preciznom sijačicom, na 1,5 do 3 cm dubine u petoredne ili šestoredne trake s razmakom redova u traci od 25 do 30 cm. Cikla se sije na dubinu od 2 do 3 cm, uz razmak redova 30 do 60 cm. Celer se najčešće uzgaja iz presadnica, a u polju se sadnice stavljaju u razmaku 50x20 ili 50x40 cm. Hren se sadi u tri reda s razmakom između redova 30 do 35 cm. Podaci su preuzeti iz [1].



**Slika 1** Luk posaden u tri reda

### 3. TRAKTOR

Traktor je motorno vozilo konstruirano da vuče, potiskuje ili nosi razna oruđa, odnosno da služi za pogon takvih oruđa ili za vuču priključih vozila. Traktori su najzastupljeniji poljoprivredni strojevi te se na njih mogu priključiti različiti strojevi posebne namjene, kao što su plugovi, drljače, prikolice i slično. Postoji mnogo različitih vrsta traktora ovisno o namjeni i potrebi korisnika te se prema njima dijele u različite kategorije. Prema namjeni traktori se mogu podijeliti na poljske, voćarsko vinogradarske i šumarske. Mogu se podijeliti prema konstrukciji na dvoosovinske koji imaju pogon na stražnje kotače ili na sva četiri kotača te na jednoosovinske.

#### 3.1. Karakteristike traktora

##### 3.1.1. Kuka

Obična kuka je najrasprostranjeniji i najjednostavniji način spajanja priključnih uređaja i prikolica na pogonsko vozilo. Prednost kuke je njezina jednostavnost i to što priključeni uređaj ne mora biti cijelo vrijeme u liniji pogonskog stroja, što je bitno kod dugačkih priključnih uređaja. Traktor može imati više od jedne kuke.

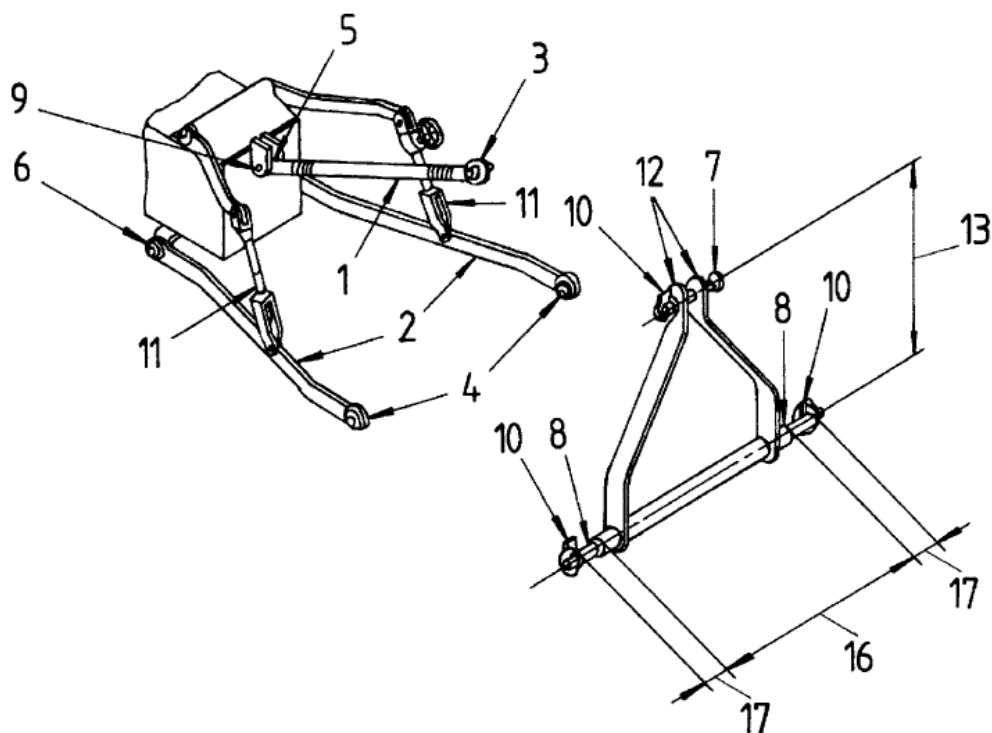


Slika 2 Traktorska kuka

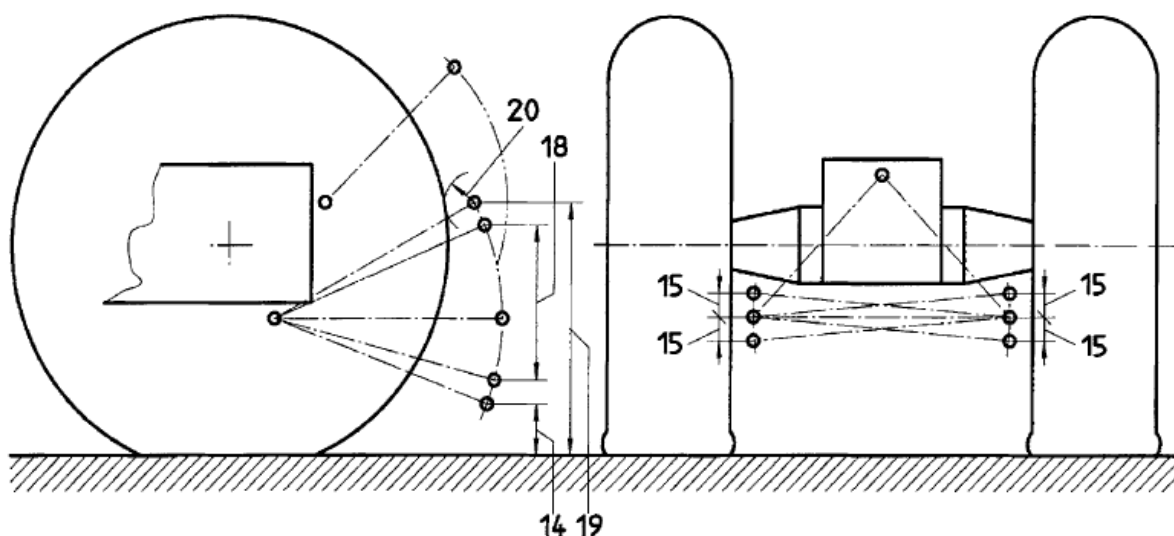


### 3.1.2. Poteznica

Poteznica ili trotočje je standardizirani način priključka koji je fiksno vezan za vozilo te služi za priključivanje nošenih i polunošenih priključaka. Mnogo je funkcionalnija od obične kuke preko koje se spaja prikolica. Donje dvije točke predstavljaju spoj sa polugama koje su hidraulički pokretane. To omogućava podizanje priključka od podloge za vrijeme prijevoza ili njegovo potiskivanje u podlogu za vrijeme obavljanja rada. Gornja točka je na upornici koja služi za reguliranje kuta nagiba kako bi se postigao pravilan položaj samog radnog priključka. Stražnja poteznica je definirana normom ISO 730-1:1994. Sve više je u upotrebi i prednja poteznica koja funkcioniра na isti način a definirana je normom ISO 8759/2:1998.



Slika 3 Komponente stražnje poteznice



Slika 4 Komponente stražnje poteznice vezane uz traktor

Tablica 1 Komponente i dimenzije stražnje poteznice

1	Gornja veza (poteznica)	
2	Donja veza (donja poluga)	
3	Gornja pričvrсна točka	
4	Donja pričvrсна točka	
5	Veza poteznice i traktora	
6	Veza poluge i traktora	
7	Svornjak poteznice	
8	Svornjak poluge	
9	Veza poteznice i traktora	
10	Osigurač svornjaka	
11	Navojna vretena za regulaciju visine ruke	
12	Nosač	
13	Visina nosača	610±1.5 mm
14	Visina donjih pričvrčnih točaka	max 230 mm
15	Podešavanje donjih pričvrčnih točaka	min 100 mm
16	Razmak donjih upornih točaka	825±1.5 mm
17	Udaljenost provrta osigurača	min 49 mm
18	Hod donjih pričvrčnih točaka	max 650 mm
19	Transportna visina	min 950 mm
20	Slobodni prostor između donjih pričvrčnih točaka i tla	min 100 mm

### 3.1.3. Izlazno vratilo traktora

Izlazno vratilo traktora uobičajeno se nalazi sa stražnje strane traktora ali sa sve širom ponudom dodatnih uređaja za traktor. Sve češća je pojava i izlaznog vratila sa prednje strane traktora. Za izlazno vratilo nam je bitan broj okretaja vratila, a ono je prema standardu 540, 1000 i 1300 okretaja u minuti i postiže se kod nazivnog broja okretaja radilice ili kod maksimalne snage motora. Prema standardu je određen smjer vrtnje izlaznog vratila, a ono je suprotno smjeru kazaljke na satu kada se gleda sa stražnje strane traktora. Također je određen i promjer izlaznog vratila kao i visina na kojoj se nalazi, a oni ovise o snazi traktora. Norme koje to sve točno propisuju su ISO 500-1:2004, ISO 500-2:2004 i ISO 500-3:2004.

S izlaznog vratila pa do samog priključka se snaga i moment prenose pomoću zglobnog vratila (kardana). Promjer i dužina samog kardana ovise o veličini samog uređaja koji se preko njega pogoni. Prethodno spomenute norme se također odnose i na kardan.



Slika 5 Zglobno vratilo ( kardan )

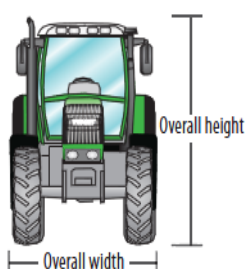
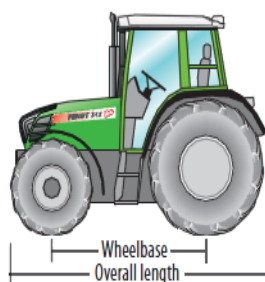
### 3.2. Traktor FENDT 309 VARIO

Odabrani model 309 VARIO proizvođača FENDT odlikuje se niskom potrošnjom, jednostavnošću korištenja, optimalnom snagom i modernom tehnologijom te je zbog toga svega bio najprodavaniji traktor u Njemačkoj više godina zaredom.



**Slika 6      Traktor FENDT 309 VARIO**

Tablica 2 Tehničke karakteristike traktora FENDT 309 VARIO



	309 Vario	310 Vario	311 Vario	312 Vario
<b>Engine</b>				
Rated power (kW/hp) (ECE R24)	59 / 80	66 / 90	74 / 100	81 / 110
Max. power (kW/hp) (ECE R24)	70 / 95	77 / 105	84 / 115	92 / 125
Rated power (kW/hp) (EC 97/68) <sup>4)</sup>	69 / 94	73 / 99.5	84 / 114	91 / 124
Max. power (kW/hp) (EC 97/68)	73 / 99	80 / 109	88 / 119	95 / 129
No. of cylinders / cooling / aspiration	4 cylinders, four-valve technology / water / turbocharger, intercooler			
Injection / engine control / exhaust recirculation	common rail / EDC / AGReX			
Bore / stroke (mm) / displacement (cm <sup>3</sup> )	101/126/4038			
Rated engine speed (rpm)	2100	2100	2100	2100
Speed at max. power (rpm)	1900	1900	1900	1900
Max. torque (Nm/rpm)	407/1450	445/1450	485/1450	515/1450
Torque rise (%)	40	44	35	32
Optim. fuel consumption (g/kWh)	207	206	206	206
Fuel tank (l)	210	210	210	210
Oil change interval (op. hrs.) <sup>5)</sup>	500	500	500	500
<b>Transmission and PTO</b>				
Type of gearbox	stepless Vario transmission			
Speed range: (forward / reverse)	0.02 to 40 km/h / 0.02 to 25 km/h			
Max. speed (km/h)	40	40	40	40
Rear PTO (rpm)	540 / 540E / 1000			
Standard: optional:	540 / 1000 / ground PTO (7.9 rev/driven metre)			
Front PTO <sup>1)</sup>	540 or 1000			
<b>Hydraulics</b>				
Construction	constant flow system			
Hydraulic pump capacity (l/min)	78 (48+30)	78 (48+30)	78 (48+30)	78 (48+30)
Working pressure (bar)	200	200	200	200
Rear power lift control	EPC, lower link control, shock load stabilising			
Auxiliary valves max. (standard) incl. front controls	4 da <sup>4)</sup> (2 da <sup>4)</sup> ) valves / crossgate lever			
Max. lift capacity, rear power lift on the drawbar (daN/kp)	5280 / 5382	5280 / 5382	5280 / 5382	5280 / 5382
Max. lift capacity, front power lift (daN/kp)	2940 / 2997	2940 / 2997	2940 / 2997	2940 / 2997
Max. available hydraulic oil (l)	42	42	42	42
<b>Brakes</b>				
Rear brakes	wet, integrated ring piston brake			
Front brakes	4WD engagement			
Four wheel drive version: Rear wheel drive version:	drum brake <sup>2)</sup>	drum brake <sup>2)</sup>		
<b>Weights and dimensions</b>				
Unladen weight acc. to DIN 70020 (kg)	4130 (3800 <sup>2)</sup> )	4130 (3800 <sup>2)</sup> )	4190	4350
Perm. gross weight (kg)	8000 (6000 <sup>2)</sup> )	8000 (6000 <sup>2)</sup> )	8000	8000
Max. payload (kg)	3370 (2200 <sup>2)</sup> )	3370 (2200 <sup>2)</sup> )	3310	3150
Max. hitch load (kg)	2000	2000	2000	2000
Overall length (mm)	4150	4150	4150	4150
Overall width (mm)	2165	2275	2275	2385
Overall height (mm)	2755	2760	2760	2800
Max. Ground clearance (mm)	510	510	510	510
Wheelbase (mm)	2350	2350	2350	2350
Front track <sup>3)</sup> (mm)	1685 (1580 <sup>2)</sup> )	1685 (1580 <sup>2)</sup> )	1685	1820
Rear track <sup>3)</sup> (mm)	1660	1660	1660	1800
Min. turning radius (m) / with steering brake (m)	4.4 (4.1 <sup>2)</sup> )	4.4 (4.1 <sup>2)</sup> )	4.5	4.5
<b>Electrical equipment</b>				
Starter (kW)	3.0			
Battery	12V / 90Ah			
Alternator	2002 W / 14V / 150 A			
<b>Cab</b>				
Construction	integral, tilttable safety cell hinged front, side and rear windows, ventilation system with blower in roof, hot water heating with 3-speed blower, air-conditioning <sup>1)</sup>			
Climate control				

<sup>1)</sup> = upon request, <sup>2)</sup> = rear wheel drive version, <sup>3)</sup> = with standard tyres, <sup>4)</sup> = can also be operated as single-acting, <sup>5)</sup> = is halved when using RME, <sup>6)</sup> = definitive power specifications for registration

## 4. ANALIZA TRŽIŠTA

### 4.1. Messis SP 50 V

Ovaj model je namjenjen za vađenje - iskopavanje krumpira, luka i drugog gomoljastog povrća. Model je opremljen s vibrirajućim ralom i sitom, a povrće izbacuje sa stražnje strane. Posebno je pogodan za pjeskovite terene i iskopavanje mladog krumpira. Priključak na traktor preko trospojne veze, centralno za male traktore (širina traga 70 do 120 cm) tj. zamaknuto u desnu stranu za traktore standardne širine traga (od 120 do 160 cm). Diskovi na prednjem dijelu režu travu i listove te sprječavaju začepljenje prolaza krumpira kroz sita. Razmak između diskova je 54 cm. Potrebna snaga traktora je 15 KW.



Slika 7 Messis SP 50 V



#### 4.2. Mesis SP 100

Ovaj model istog proizvođača je također namjenjen za vađenje - iskopavanje krumpira, luka i drugog gomoljastog povrća. Model je opremljen sa fiksnim ralom i dva vibrirajuća sita te s bočnim izbacivanjem. Ono po čemu se bitno razlikuje od svog manjeg brata je to što omogućuje rad na teškim i nagnutim terenima. Priključak na traktor preko trospojne veze, centralno za male traktore (širina traga 70 do 120 cm) tj. zamaknuto u desnu stranu za traktore standardne širine traga (od 120 do 160 cm). Diskovi na prednjem dijelu režu travu i listove te sprječavaju začepljenje prolaza krumpira kroz sita. Razmak između diskova je 58 cm. Minimalna potrebna snaga traktora je 19 KW.



Slika 8 Mesis SP 100

### 4.3. SIMON LAVS 140

Ovaj proizvod tvrtke Simon je vibrirajuća vadilica korjenastog i gomoljastog povrća kao što su mrkva, cikla, peršin, poriluk i slično. Predviđena je za vađenje kultura proizvedenih na gredicama na rahlim tlima. Uređaj se na traktor spaja preko klasične trospojne veze. Na uređaju se nalazi uređaj za vibriranje koji je spojen na šipke za protresanje, a snagu dobiva preko kardana spojenog na traktor. Također ima i gumene kotače za regulaciju dubine. Radna širina stroja je 120 cm, radna dubina 25 cm, a snaga potrebna za pogon radnog stroja je 36 KW.



Slika 9 LAVS 140



#### 4.4. Uniagroup WEGA 1400/1600

Ova dva modela (1400 i 1600) tvrtke Uniagrup služe za iskop krumpira, luka, cikle te sličnih gomoljastih proizvoda. Osnovna razlika je u širini, manji je širok 1400 mm, a veći 1600 mm. Posebnost ovog stroja je što se prednji nož može mijenjati ovisno o potrebama povrća koje se iskopava. Spajanje je klasično preko trotočja, a vibrirajući uređaj se pokreće preko kardana koji je spojen na izlazno vratilo traktora. Uređaj također ima dva rezna diska koja služe za rezanje trave, lišća i korijenja. Sa stražnje strane se nalaze gumeni "prsti" koji služe da bi se ublažio pad povrća i da ne dođe do njegovog oštećenja. Minimalna potrebna snaga traktora je 45 KW.



Slika 10 WEGA 1400/1600



Slika 11 WEGA 1400/1600 gumeni "prsti"

#### 4.5. Renqiu Yu Qilin 4UZ-1

Model 4UZ-1 kineskog proizvođača Renqiu Yu Qilin je uređaj za iskop krumpira, luka, kikirikija te ostalog povrća. Glavne prednosti su mu visoka efikasnost, pouzdanost, jednostavnost korištenja te dugi vijek trajanja. Uređaj je namijenjen za iskop jednog reda sa razmakom redova između 55 do 80 cm, a dubina kopanja je 25 cm. Minimalna potrebna snaga stroja je 30 KW. Uređaj se na traktor spaja preko klasične trospojne veze, a pogoni preko kardana sa zadanom vrtnjom od 560 okretaja u minuti. Važno je napomenuti da je uređaj zaštićen dvama patentima.



Slika 12 4UZ-1

#### 4.6. Holaras UR 135/170/205

Uređaj tvrtke Holaras koji služi za iskop luka dolazi u tri varijante, tj. sa tri različite radne širine. Najmanji stroj ima radnu širinu 135 cm, srednji 170 cm dok najveći ima 205 cm radne širine. Sva tri modela su stabilni i robusni uređaji. Uređaj radi tako da luk podiže pomoću kvadratnih šipki raspoređenih na valjku koji rotira. Iznad valjka se nalazi guma koja služi za odstranjivanje čim više zemlje s luka. Luk se preko konvejera transportira prema stražnjoj strani uređaja te potom pada na zemlju. Sva tri uređaja imaju valjak koji služi da se nakon vađenja luka zemlja odmah poravnava te se time i olakšava branje samog luka. Uređaji se spajaju na traktor preko trospojne veze a pogone preko kardana.



Slika 13 UR 135/170/205

#### 4.7. Agrodivo BULWA 2-2

Ovaj uređaj tvrtke Agrodivo služi za vađenje krumpira i luka. Ima klasičan spoj u tri točke, a preko kardana se pogoni rešetkasti konvejer koji transportira povrće te se tako odvaja zemlja i nečistoće od ploda. Ima radnu širinu od 1500 mm, a minimalna potrebna snaga radnog stroja je 26 KW. Također ima dva rezna diska koja služe za rezanje trave i korijenja.



Slika 14 BULWA 2-2



#### 4.8. Amity 2300

Model 2300 tvrtke Amity je sofisticirani uređaj za branje i čišćenje šećerne repe. Uređaj je predviđen za branje 6 redova repe. Za svaki red je predviđen zasebni nož koji zaore zemlju te se tako repa podiže na stroj. Uređaj zatim čisti repu od nečistoća i tako očišćenu prebacuje u spremnik na samom uređaju ili preko konvejera na kamion. Uređaj se na traktor spaja preko obične kuke, pogoni preko kardana koji se vrti 1000 okretaja u minuti, a za rad su mu potrebni i hidraulički priključci s tlakom od 185 bara. Težina samog uređaja je 6,5 t, a kapacitet spremnika za repu je 3 t. Minimalna potrebna snaga traktora je 125 KW.



Slika 15 Amity 2300

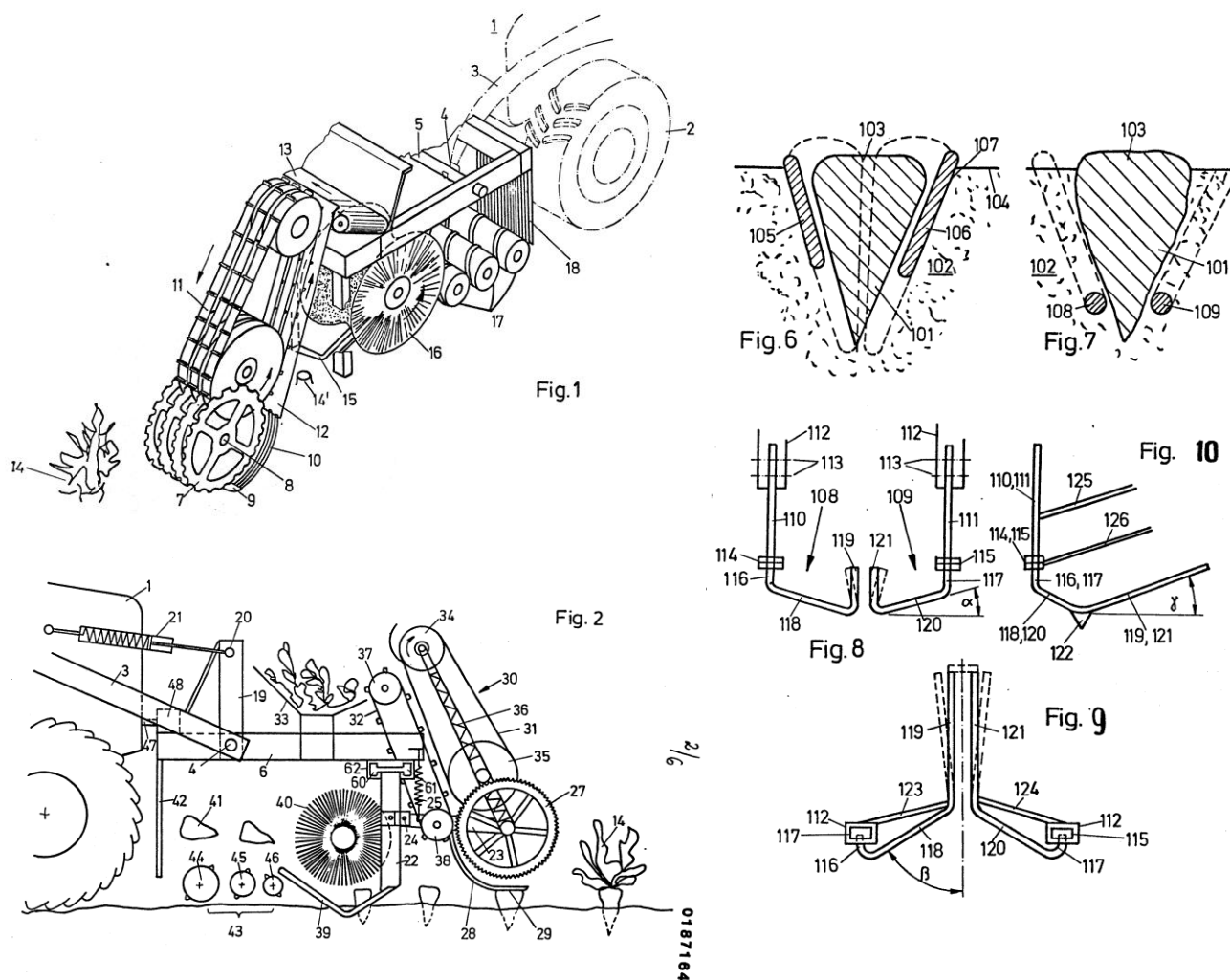
## 5. PATENTI

Većina patenata koje sam pronašao imaju sličan način rada i rijetko koji je novijeg datuma. Sljedeća dva patenta prikazuju najčešća riješenja kakva i danas koriste strojevi tog tipa.

### 5.1. Patent broj EP0187164 A2

Izumitelj: Konrad Hendlmeier

Datum objave patenta: 16.6.1986.

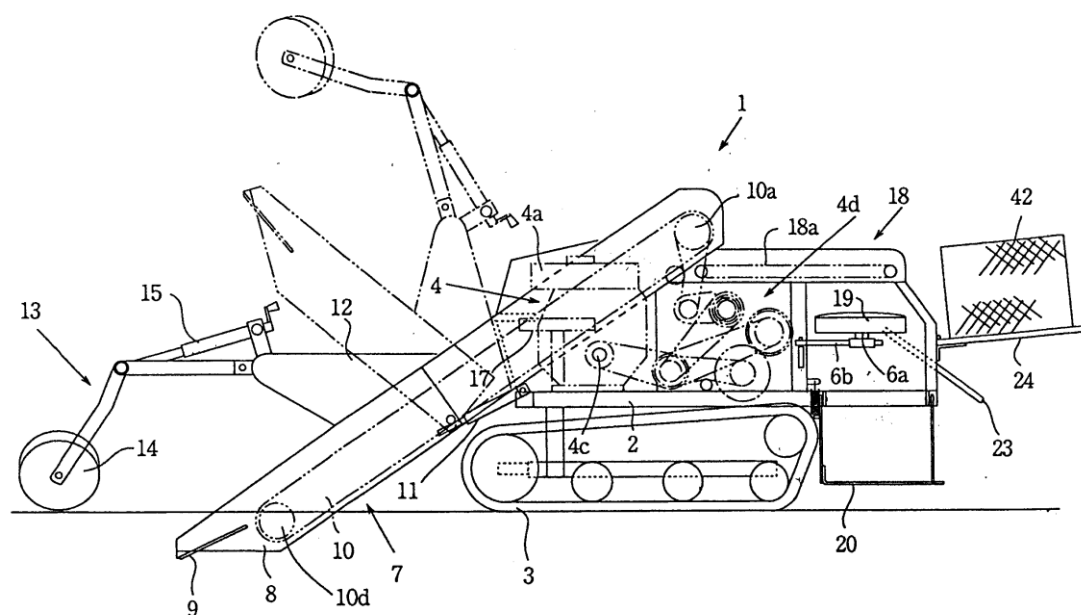


Slika 16 Patent EP0187164 A2

**5.2. Patent broj EP0547885 B1**

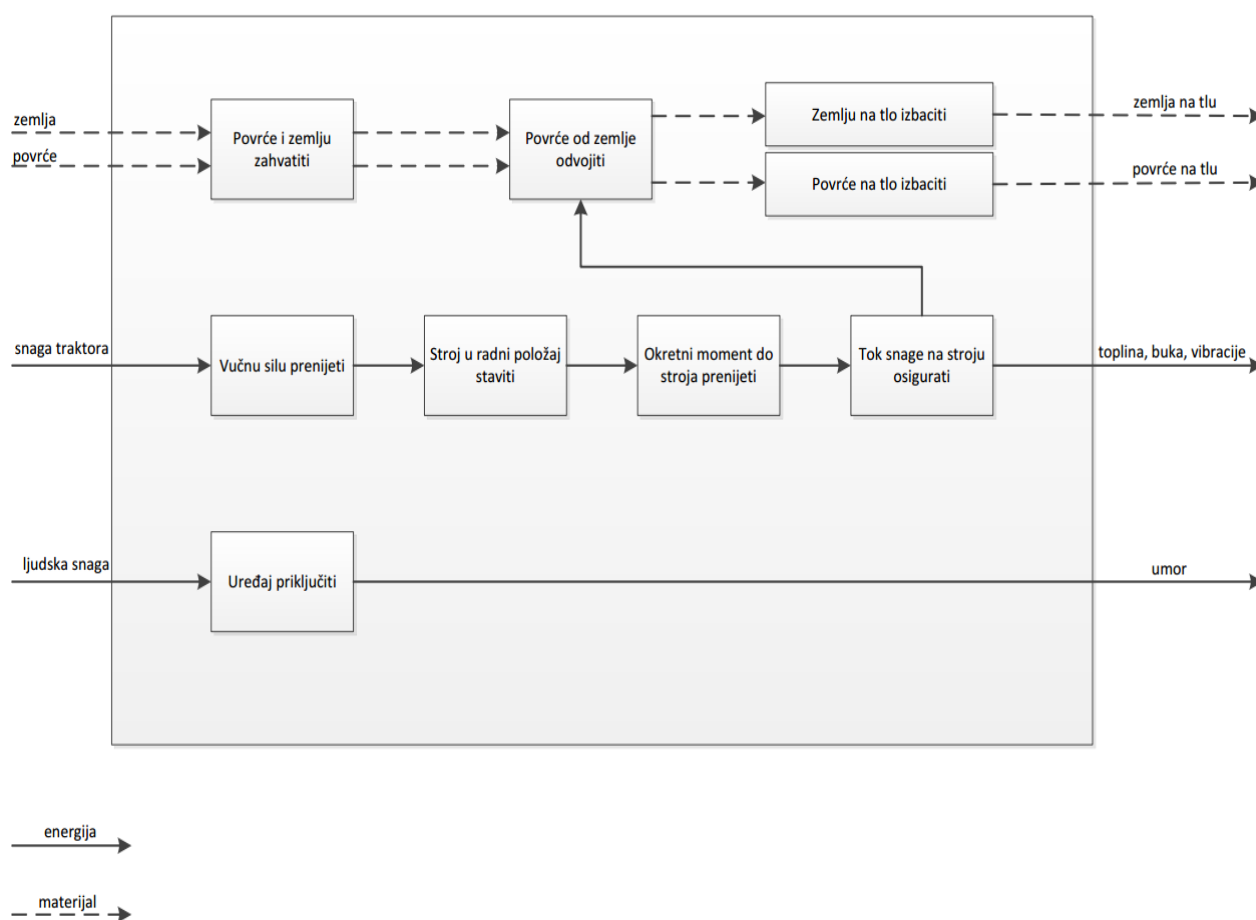
Izumitelj: Akihiko Kahehi

Datum objave tatenta: 7.5.1997.

**FIG.2****Slika 17 Patent EP0547885 B1**

## 6. GENERIRANJE KONCEPTA UREĐAJA

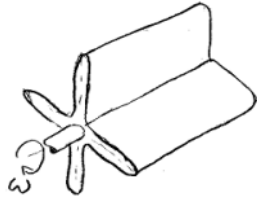
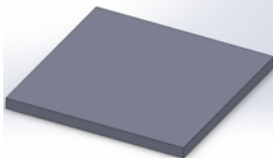
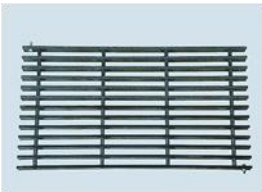

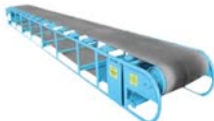
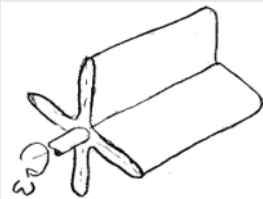

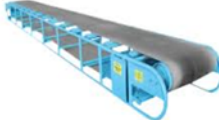
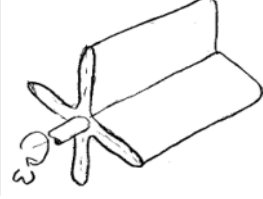
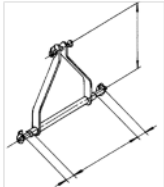

Generiranje koncepta je sastavni dio razvoja novog proizvoda, a ono počinje nakon što smo pregledali koncepte sličnih uređaja te istražili tržište sličnih proizvoda. Početak svakog generiranja koncepta je funkcijska struktura i morfološka matrica. Nakon što to napravimo sljedeći korak su nam koncepti našeg uređaja od kojega ćemo vrednovanjem odabrati najboljeg te ga potom detaljno razraditi.

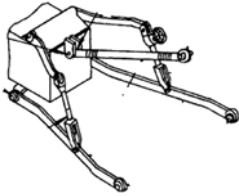










Slika 18 Funkcijska struktura

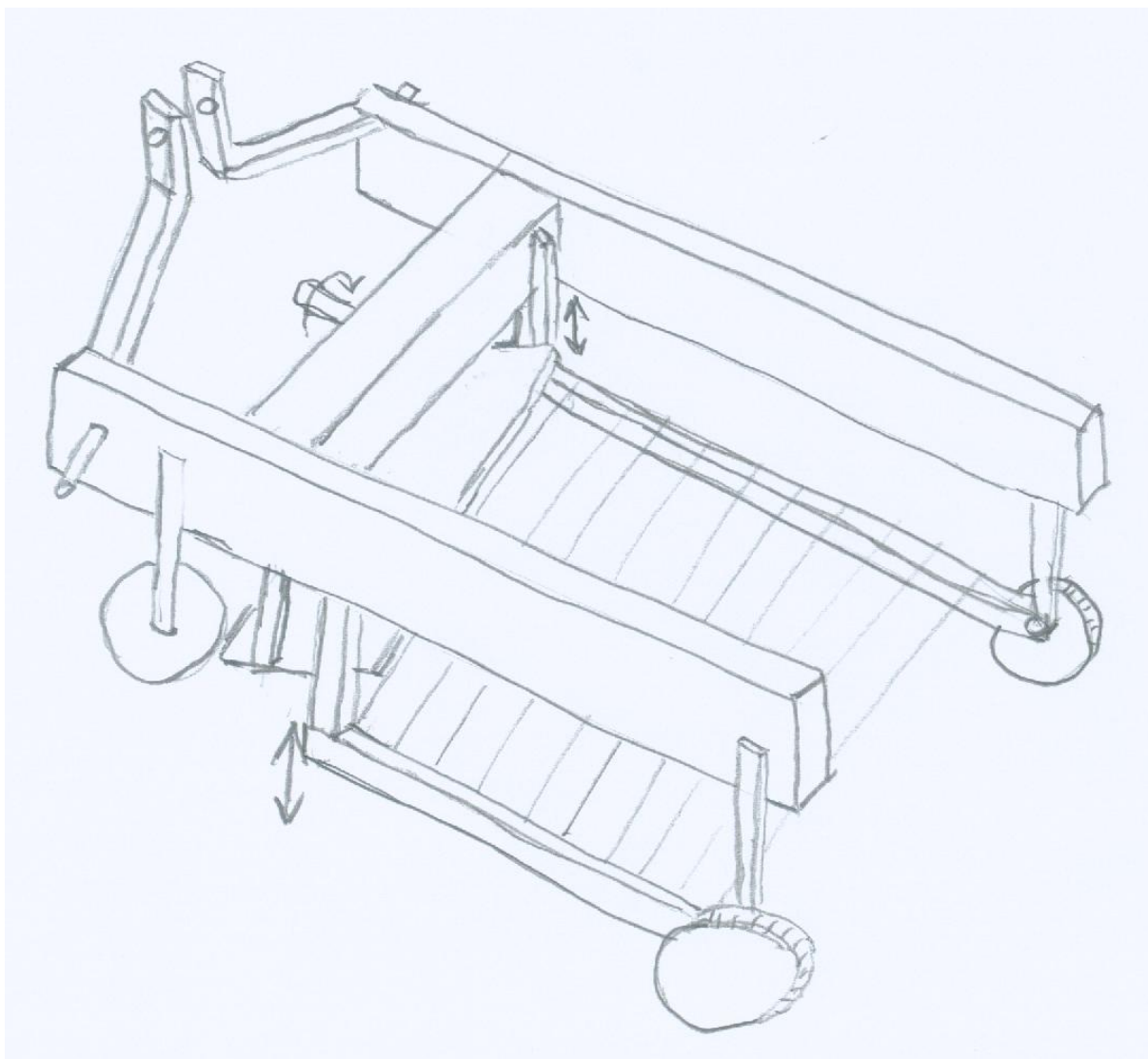


Tablica 3 Morfološka matrica

Rb.	Funkcija	Princip rješenja		
1	Povrće i zemlju zahvatiti	Rotirajućim lopaticama	Pločom	
				
2	Povrće od zemlje odvojiti	Vibrirajućim sitom		
				
3	Zemlju na tlo izbaciti	Silom težom	Konvejerom	Rotirajućim lopaticama
		$g=9.81$ 		
4	Povrće na tlo izbaciti	Silom težom	Konvejerom	Rotirajućim lopaticama
		$g=9.81$ 		
5	Vučnu silu prenijeti	Trospojnom vezom	Kukom	
				

6	Stroj u radni položaj staviti	Silom težom	Poteznicom	
				
7	Okretni moment do stroja prenijeti	Kardanom	Hidraulički	
				
8	Tok snage na stroju osigurati	Zupčanicima	Remenicom	Vratilom
				
		Spojkom	Lančanicom	
				
9	Uređaj priključiti	Ručno		
				

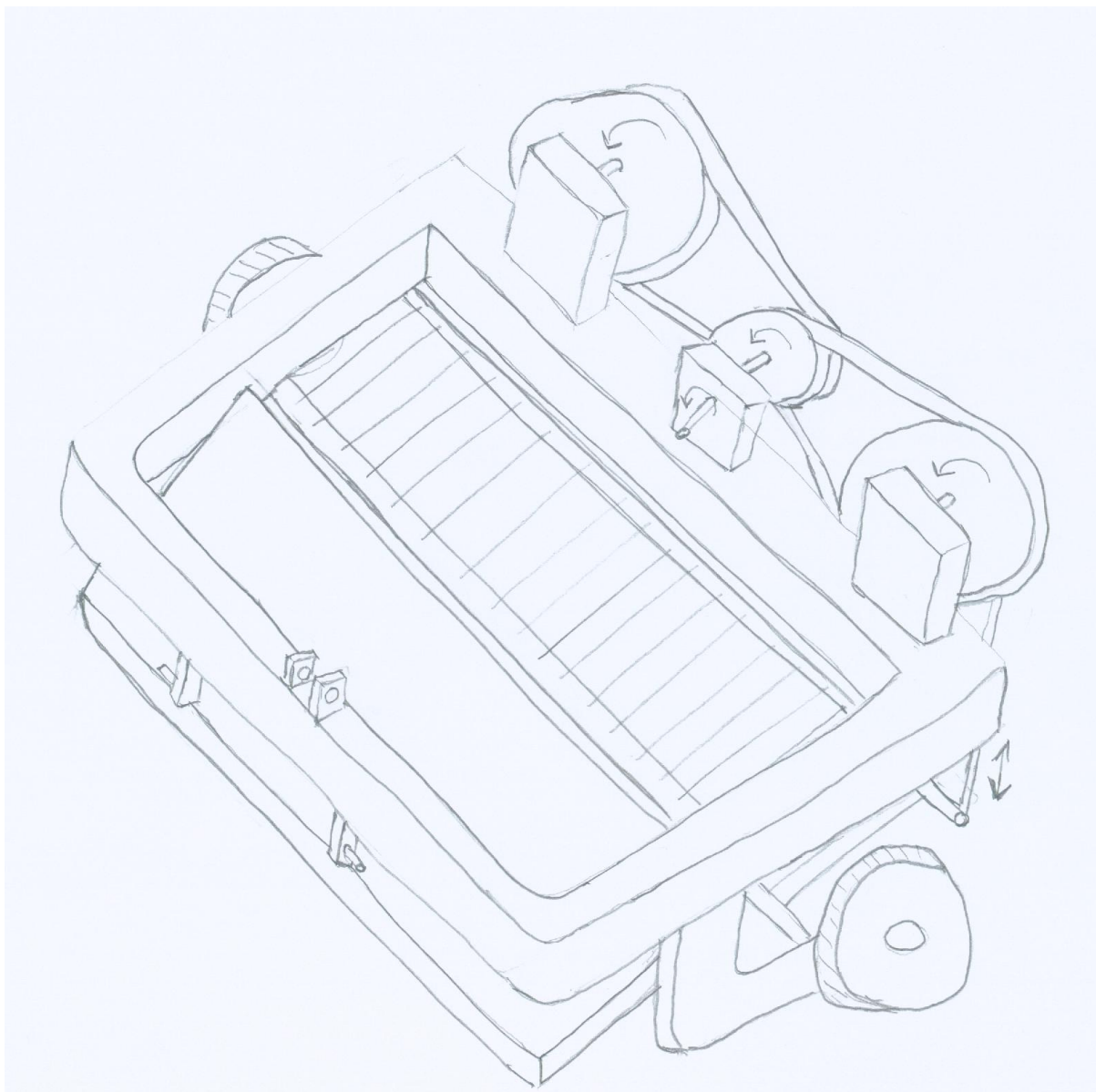
## 6.1. Koncept 1



**Slika 19 Koncept 1**

Kod koncepta broj 1 osnovnu konstrukciju čine ploče smještene horizontalno između kojih je zatvoreni sklop u kojem se nalaze lančanici koji razvode moment na bočne dijelove konstrukcije. Tamo je na lančaniku napravljen ekscentar koji giba konstrukciju rešetke u vertikalnom smjeru i tako proizvodi vibracije. Drugi kraj rešetke je spojen na osovinu kotača gdje ima mogućnost zakretanja ali ne i vertikalnog pomaka. Samo zaoravanje zemlje se vrši preko pluga koji je u ovom slučaju obična ploča. Sa prednje strane se nalaze i dva sjekača koji pomažu u zaoravanju zemlje te sijeku travu i korijenje. Stroj se spaja na traktor preko poteznice. Širina zaoravanja je otprilike 700 mm.

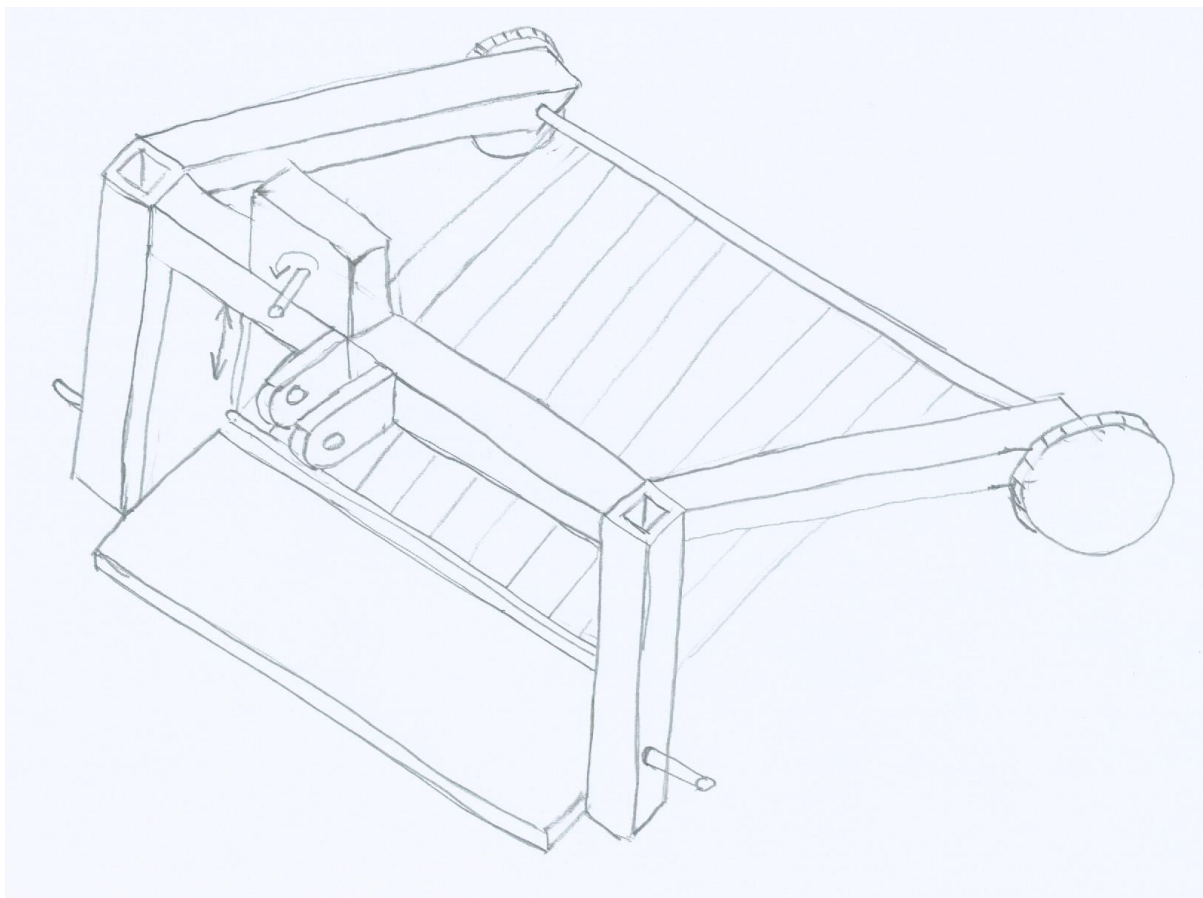
## 6.2. Koncept 2



**Slika 20 Koncept 2**

Osnovu konstrukcije koncepta 2 čine savijene pravokutne cijevi. Uređaj započinje sa zaoravanjem zemlje preko pluga (pravokutne ploče) te ta zemlja dolazi na rešetkasto sito koje vibrirajući odvaja zemlju od povrća koje se iskopava. Mehanizam koji omogućuje vibracije je ekscentar na remenicama koje preko sistema prikazanog na slici dobivaju moment vratila spojenog na kardan. Na konstrukciji postoje i kotači koji osiguravaju pravocrtno gibanje. Spajanje na traktor je preko trospojne veze, a radna širina je otprilike 1200 mm.

### 6.3. Koncept 3



**Slika 21 Koncept 3**

Nosiva konstrukcija koncepta 3 su kvadratne cijevi koje su zavarene skupa. Konstrukcija je jednostavna ali funkcionalna. Kao i dva prethodna koncepta i ovaj koristi pravokutnu ploču kao sredstvo za zaoravanje zemlje. Specifičnost ovog koncepta je što je prihvat kardana pomaknut u stranu, a ekscentar je spojen direktno na vratilo koji tada pomiče rešetkasto sito vertikalno gore dolje, međutim baš zbog pomaknutog prihvata kardana, spoj ekscentra i rešetke je samo na toj strani. Oslonac rešetke je na stražnjoj strani uređaja gdje se nalaze i kotači. Širina zaoravanja zemlje je približno 700 mm.

#### 6.4. Vrednovanje koncepata

Tablica 4 Vrednovanje koncepata

Koncept 1	
+	Jednostavna konstrukcija
	Dva sjekača koja pomažu u zaoravanju
-	Loša izvedba trospojne veze
	Loša stabilnost cijelog uređaja
	Mala radna širina stroja
	Skup mehanizam prijenosa okretnog momenta
Koncept 2	
+	Velika radna širina stroja
	Jednostavna konstrukcija
	Dobra stabilnost
	Dobra izvedba trospojne veze
-	Nema sjekača koji pomažu u zaoravanju
	Skup mehanizam prijenosa okretnog momenta
Koncept 3	
+	Dobra stabilnost
	Jeftin mehanizam prijenosa okretnog momenta
	Jednostavna konstrukcija
-	Velika nestabilnost i velika naprezanja u rešetci
	Mala radna širina stroja

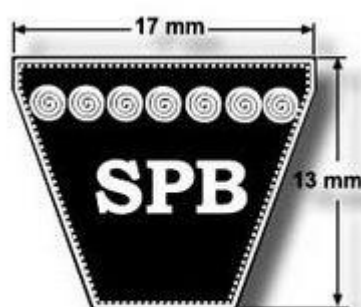
Odabrani koncept je kombinacija koncepta broj 2 i 3, tj. koristiti će se sistem vibriranja iz koncepta 2 kao i oblik konstrukcije, međutim konstrukcija će biti zavarena. Taj koncept je odabran zbog svojih pozitivnih strana. Najbitnije stavke su dobra stabilnost, jednostavnost konstrukcije i velika radna širina. Taj koncept će se dodatno razraditi kako bi se anulirali nedostaci, proračunat će se kritični dijelovi, izraditi 3D model te tehnička dokumentacija.

## 7. PRORAČUN

### 7.1. Proračun remenice i remena

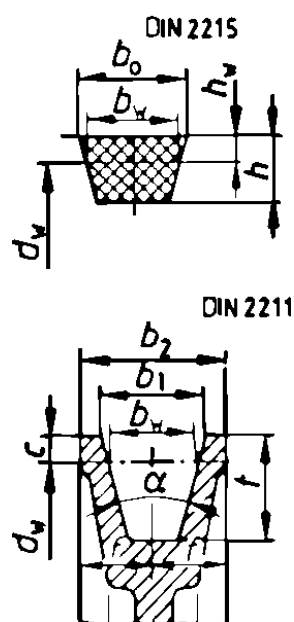
Za smanjenje broja okretaja, a kako bi se postigla zadana frekvencija vibriranja od približno 2 Hz sam koristio sustav remenica. Odabrao sam beskonačan klinasti remen DIN 7753 koji se koristi u strojarstvu. Profil remena i veličina remenice izabrani su prema smjernicama u [11].

Odabran je remen SPB 17x13



Slika 22 Uski klinasti remen SPB

Utori za uske klinaste remene su standardizirani prema DIN 2211.

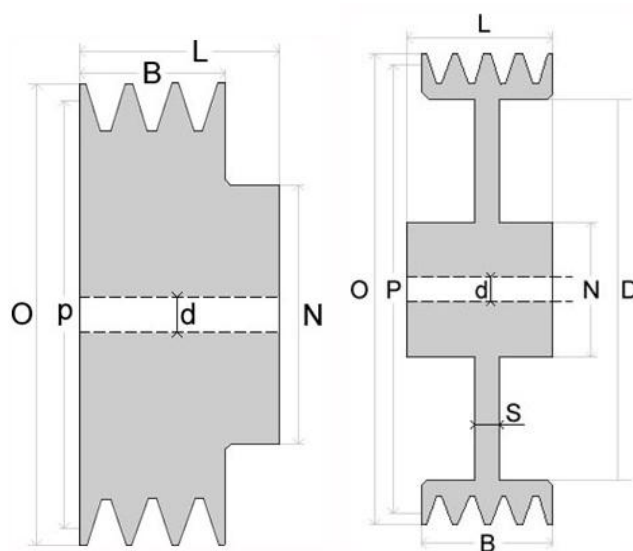


Slika 23 Dimenzije remenica prema DIN 2211

**Tablica 5 Veličine profila remenice SPB**

bw (mm)	14
b1 (mm)	16,3
c (mm)	3,5
e (mm)	$19 \pm 0,4$
f (mm)	$12,5 \pm 0,8$
t (mm)	17,5

Remenice su odabrane iz kataloga tvrtke Trgo agencije [10].

**Slika 24 Dimenzije i oblik manje (lijevo) i veće (desno) remenice**

Manja remenica je promjera  $d_{w1}=80$ , a veća  $d_{w2}=250$ . Manja remenica je dvostruka a veća jednostruka.

**Tablica 6 Dimenzije remenica**

P	80	P	250
O	87	O	257
Kanali	2	Kanali	1
N	50	N	70
L	55	L	50
B	44	D	208
d	10	S	14
		B	25
		d	20



$$i = \frac{n_1}{n_2} \approx \frac{d_{w2}}{d_{w1}} = \frac{250}{80} = 3,125$$

$$n_1 = n_{vr} = 540 \text{ m/min} = 9 \text{ m/s}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{9}{3,125} = 2,88 \text{ m/s}$$

Brzina remena jednaka je:

$$v_r \approx d_1 \cdot \Pi \cdot n_1 \approx d_2 \cdot \Pi \cdot n_2$$

$$v_r \approx d_1 \cdot \Pi \cdot n_1 = 0,08 \cdot \Pi \cdot 9 = 2,3$$

Izračunata brzina remena je unutar dozvoljenih granica tj. iznad  $v_r = 2 \text{ m/s}$  i ispod  $v_r = 40 \text{ m/s}$ .

Obuhvatni kut manje remenice računamo iz sljedeće jednadžbe:

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{d_2 - d_1}{2e} = \frac{250 - 80}{2 \cdot 620} = 0,137$$

$$\beta = 164^\circ$$

$e = 620 \text{ mm}$  -razmak osi remenica (podaci iz konstrukcije)

Kut nagiba vučenog i slobodnog ogranka remena je:

$$\gamma = 90^\circ - \frac{\beta}{2} = 90^\circ - 82^\circ = 8^\circ$$

Sljedeće što računamo je aktivna duljina remena:

$$L_a = 2 \cdot e \cdot \sin \frac{\beta}{2} + \frac{\Pi}{2} (d_2 + d_1) + \frac{\gamma}{2} (d_2 - d_1)$$

$$L_a = 2 \cdot 620 \cdot \sin \frac{164}{2} + \frac{\Pi}{2} (250 + 80) + \frac{8}{2} (250 - 90) = 2426$$

Dobivena aktivna duljina remena mora biti standardna, a ova nije te se mora odabrati prva najbliža. To znači da ćemo i na konstrukciji morati raditi minimalne izmjene tj. promijeniti razmak vratila. Mala promjena obuhvatnog kuta  $\beta$  općenito ne igra ulogu te se neće ponovno računati. Odabire se standardna aktivna duljina remena  $L_a = 2500 \text{ mm}$ .

S odabranom aktivnom duljinom remena računamo novi razmak vratila iz iste formule.

Novi razmak vratila je  $e = 637 \text{ mm}$

Sljedeće što računamo su sile u remenici, a to ćemo izračunati preko sile potrebne za vibriranje mehanizma. Za to moramo znati težinu zemlje na situ.

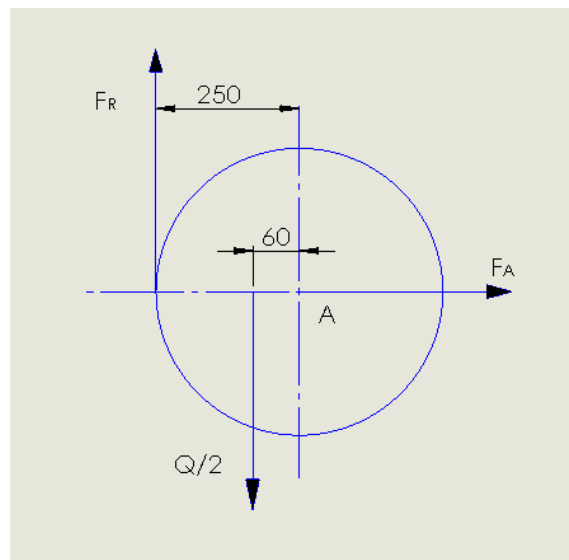
$$V_z = 0,3 \cdot 1,2 \cdot 0,25 = 0,09 \text{ m}^3$$

$$\rho_z = 2600 \text{ kg/m}^3$$

$$m_z = V_z \cdot \rho_z = 0,09 \cdot 2600 = 234 \text{ kg}$$

$$Q_z = g \cdot m_z = 9,81 \cdot 234 = 2294,5 \text{ N}$$

Sito se podiže sa svake strane pa pretpostavljamo da će svaka strana nositi pola tereta.



**Slika 25 Suma sila na remenici**

Tangencijalnu silu u remenu  $F_R$  ćemo dobiti iz sume momenata oko točke A.

$$\sum M_A = 0$$

$$F_R \cdot 250 - \frac{Q_z}{2} \cdot 60 = 0$$

$$F_R = 275,5 \text{ N}$$

$$F_A \approx 4F \quad \text{prema [11]}$$

$$F_A \approx 4 \cdot 275,5 = 1102 \text{ N}$$

$F_A$  je sila kojom je opterećeno vratilo i ležaj.

## 7.2. Proračun kritičnih zavora

U konstrukciji su locirana dva kritična zavora, jedan je na spoju L profila i kvadratne cijevi, a drugi je na kvadratnoj cijevi povezanoj na trotočje.

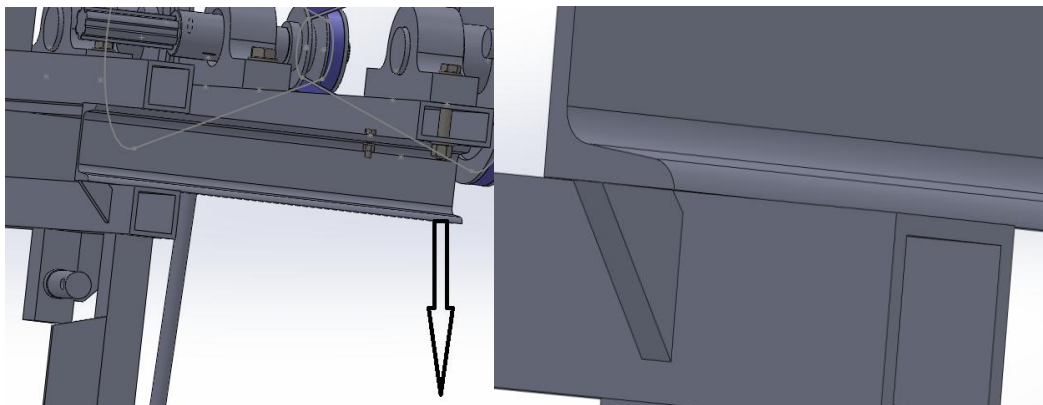
Proračun prvog zavora:

$$m_{\text{str}} \approx 150 \text{ kg}$$

$$m_{\text{uk}} = m_z + m_{\text{str}} = 234 + 150 = 384 \text{ kg}$$

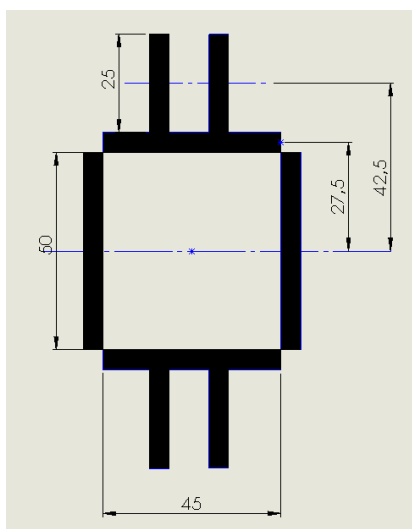
$$Q_{\text{uk}} = g \cdot m_{\text{uk}} = 9,81 \cdot 384 = 3767 \text{ N}$$

Gdje nam je  $m_{\text{str}}$  približna masa pogonskog sklopa, gonjenih sklopova te masa pravokutnog profila. I ovdje ćemo opet računati sa samo pola sile iz istog razloga.



**Slika 26 Opterećenje prvog zavora**

Udaljenost na kojoj sila djeluje je  $L_m = 420 \text{ mm}$ .



**Slika 27 Površina prvog zavora**

Debljina zavora je  $a_{zav}=5$  mm

$$M_{sav} = \frac{Q_{uk}}{2} \cdot L_m = \frac{3767}{2} \cdot 420 = 791070 \text{ Nmm}$$

$$I_{zav} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 50^3}{12} + 2 \cdot 5 \cdot 45 \cdot 27,5^2 + 4 \cdot 5 \cdot 25 \cdot 42,5^2 = 1347604 \text{ mm}^4$$

$$y_{zav} = 42,5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{zav} = \frac{M_{sav}}{I_{zav}} \cdot y_{zav} = \frac{791070}{1347604} \cdot 42,5 = 24,95 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{dop,zav} = 170 \text{ N/mm}^2$$

Podaci za  $\sigma_{dop,zav}$  za St 52 izvađeni iz [11]

Proračun drugog zavora:

Za ovaj proračun nam je bitan otpor zemlje odnosno sila koja djeluje na trospojnu vezu.

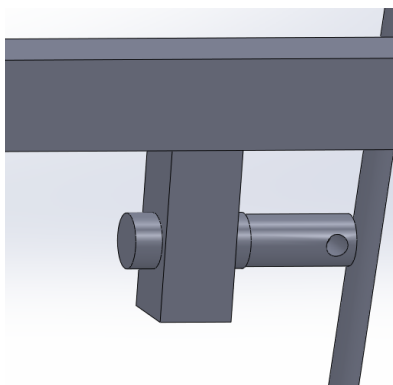
$$\sigma_{otp} = 0,04 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Otpor tla pri zaoravanju}$$

$$A_{zaor} = 250 \cdot 1200 = 300000 \text{ mm}^2$$

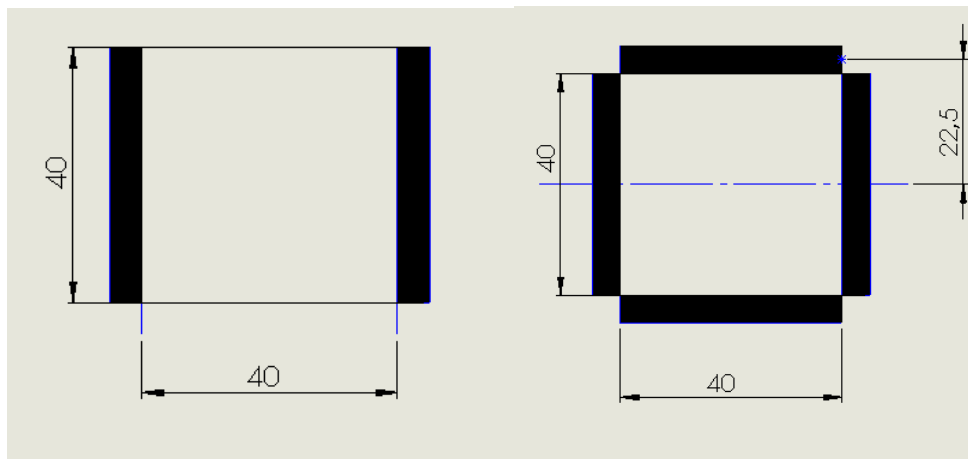
$$F_{trot} = \sigma_{otp} \cdot A_{zaor} = 300000 \cdot 0,04 = 12000 \text{ N}$$

Pošto imam spoj u tri točke pretpostavit ćemo da u svakoj djeluje trećina te sile.

Kritičniji su donji spojevi trotočja te ćemo njih proračunati. Proračunavamo ih na smik i savijanje.



**Slika 28** Donji dio trotočja



**Slika 29** Površina drugog zavora za smik (lijevo) i savijanje (desno)

Smik:

$$A_{\text{zav}} = 40 \cdot 5 \cdot 2 = 400 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{\text{zav}} = \frac{F_{\text{trot}}}{3 \cdot A_{\text{zav}}} = \frac{12000}{3 \cdot 400} = 10 \text{ N/mm}^2$$

Savijanje:

Krak savijanja je  $L_t = 55 \text{ mm}$

$$M_{\text{sav}} = \frac{F_{\text{trot}}}{3} \cdot L_t = \frac{12000}{3} \cdot 55 = 220000 \text{ Nmm}$$

$$I_{\text{zav}} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 40^3}{12} + 2 \cdot 5 \cdot 40 \cdot 22,5^2 = 255833 \text{ mm}^4$$

$$y_{\text{zav}} = 22,5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{zav}} = \frac{M_{\text{sav}}}{I_{\text{zav}}} \cdot y_{\text{zav}} = \frac{220000}{255833} \cdot 22,5 = 19,35 \text{ N/mm}^2$$

Reducirano naprezanje:

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma_{\text{zav}}^2 + 3 \cdot \tau_{\text{zav}}^2} = \sqrt{19,35^2 + 3 \cdot 10^2} = 25,97 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{\text{dop,red}} = 70 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{dop,red}} = 70 \text{ N/mm}^2 \text{ Izvađeno iz [11]}$$

Za dodatnu sigurnost dodano je rebro.

### 7.3. Proračun ležajeva

Proračun prvog ležaja:

Ležaj koji ovdje proračunavamo je valjkasti ležaj NUP 306 na gonjenom vratilu. Ležaj proračunavamo prema sili  $F_A$

$$L_h = 6000 \text{ h} \quad \text{Podaci uzeti za poljoprivredne strojeve iz [11]}$$

$$f_L = \sqrt[3]{\frac{L_h}{500}} = \sqrt[3]{\frac{6000}{500}} = 2,29$$

$$f_n = \sqrt[3]{\frac{33,33}{n_2}} = \sqrt[3]{\frac{33,33}{2,88}} = 2,26$$

$$f_t = 1$$

$$C_1 = \frac{f_t \cdot f_L}{f_n} \cdot F_A = \frac{1 \cdot 2,29}{2,26} \cdot 1102 = 1,12 \text{ kN} < C_0 = 36 \text{ kN}$$

Proračun drugog ležaja:

Ležaj koji ovdje proračunavamo je dvoredni kuglični s kosim dodirom 4208 ATN9 na pogonskom vratilu. Ležaj proračunavamo prema pola težine kardana.

$$L_h = 6000 \text{ h} \quad \text{Podaci uzeti iz [11]}$$

$$m_{\text{kard}} = 40 \text{ kg} \quad \text{Procijenjena maksimalna težina kardana}$$

$$F_{\text{kard}} = \frac{m_{\text{kard}}}{2} \cdot g = \frac{40}{2} \cdot 9,81 = 196 \text{ N}$$

$$f_L = \sqrt[3]{\frac{L_h}{500}} = \sqrt[3]{\frac{6000}{500}} = 2,29$$

$$f_n = \sqrt[3]{\frac{33,33}{n_1}} = \sqrt[3]{\frac{33,33}{9}} = 1,54$$

$$f_t = 1$$

$$C_1 = \frac{f_t \cdot f_L}{f_n} \cdot F_A = \frac{1 \cdot 2,29}{1,54} \cdot 196 = 0,29 \text{ kN} < C_0 = 32,5 \text{ kN}$$

Podaci za ležajeve uzeti iz [12]

#### 7.4. Proračun vratila

Proračun gonjenog vratila

$$T_{\text{rem}} = F_R \cdot \frac{d_{w2}}{2} = 275,5 \cdot \frac{250}{2} = 34437,5 \text{ Nmm}$$

$T_{\text{rem}}$  Moment na većoj remenici koji se prenosi na vratilo

$l_{\text{vr}} = 70 \text{ mm}$  Duljina na kojoj djeluje rezultirajuća sila u remenu

$$M_s = F_A \cdot l_{\text{vr}} = 1102 \cdot 70 = 77140 \text{ Nmm}$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{f,DN}}{1.73 \cdot \tau_{DN}} = \frac{240}{1.73 \cdot 190} = 0.73$$

$$\sigma_{f,DN} = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{DN} = 190 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{\text{red}} = \sqrt{M_s^2 + 0.75 \cdot (\alpha_0 \cdot T)^2} = \sqrt{77,14^2 + 0.75 \cdot (0.73 \cdot 34,44)^2} = 80,15 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{fDN,dop} = 75 \text{ N/mm}^2$$

$$d^3 \geq \sqrt[3]{\frac{M_{\text{red}} \cdot 32}{\sigma_{fDN,dop} \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{80150 \cdot 32}{75 \cdot \pi}} = 22,16 \text{ mm} \leq 25 \text{ mm}$$

Prema [13]

## 8. ZAKLJUČAK

Potražnja za prikazanim strojem projektiranom u ovom radu definitivno postoji. Razlog tome je sve veća potreba za hranom u svijetu pa tako i za proizvodnjom povrća. Najveća prednost ovoga stroja je njegova mogućnost vađenja više vrsta gomoljastog povrća čime se ističe u odnosu na veće uređaje specijalizirane samo za jednu vrstu povrća, dok s druge strane ima veću površinu rada u odnosu na slične manje proizvode. Moje mišljenje je da kod ovog stroja postoji još mogućnosti napretka i razvitka u cilju još jednostavnijeg korištenja i cijene izrade. Napomenuo bih da je ovaj rad moj prvi veći samostalni zadatak i stoga sigurno nije bez grešaka koje su posljedica neiskustva, međutim mogu reći da će moji sljedeći radovi biti sigurno bolji zato što sam radeći ovaj rad naučio mnogo.

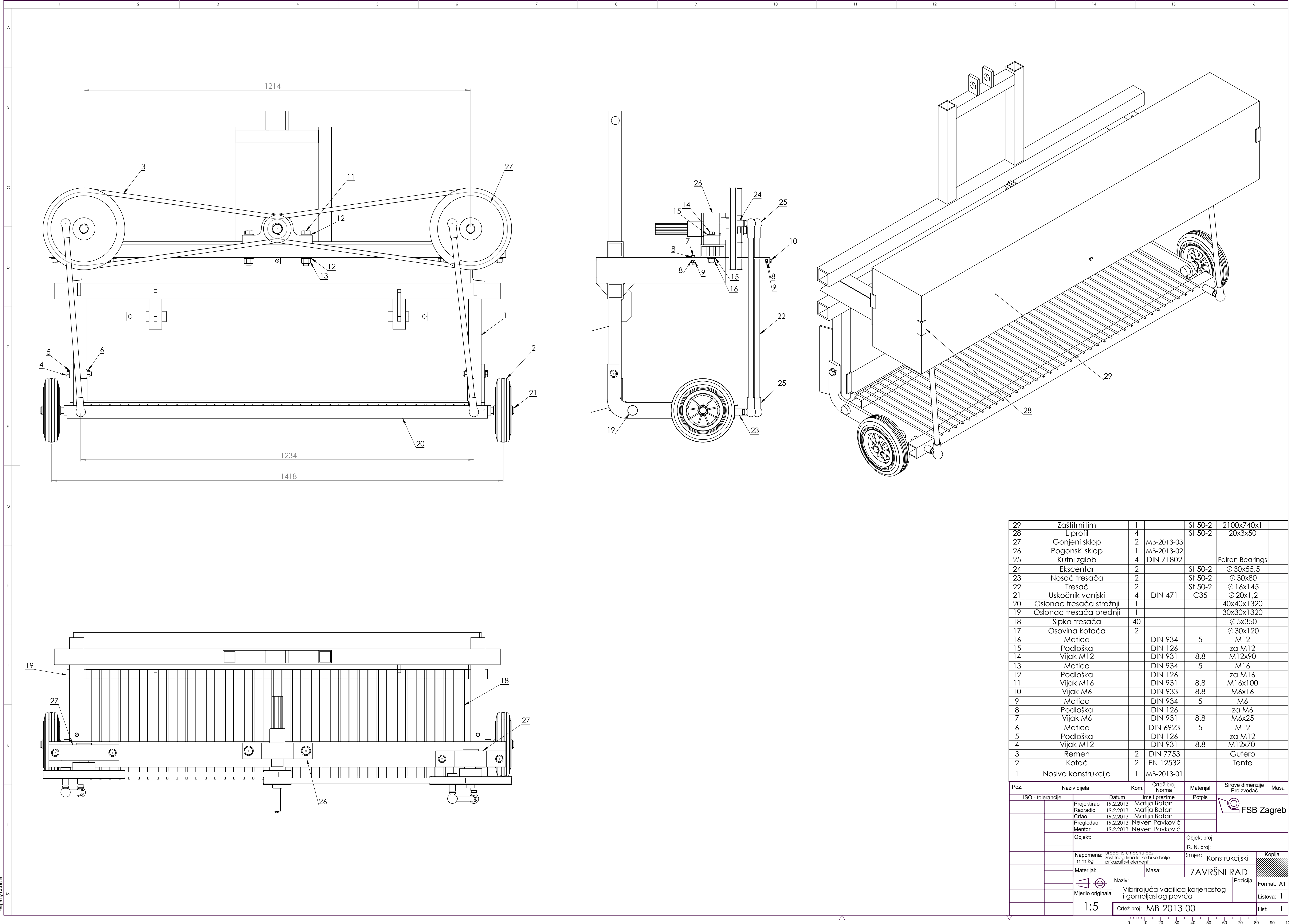


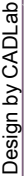
## LITERATURA

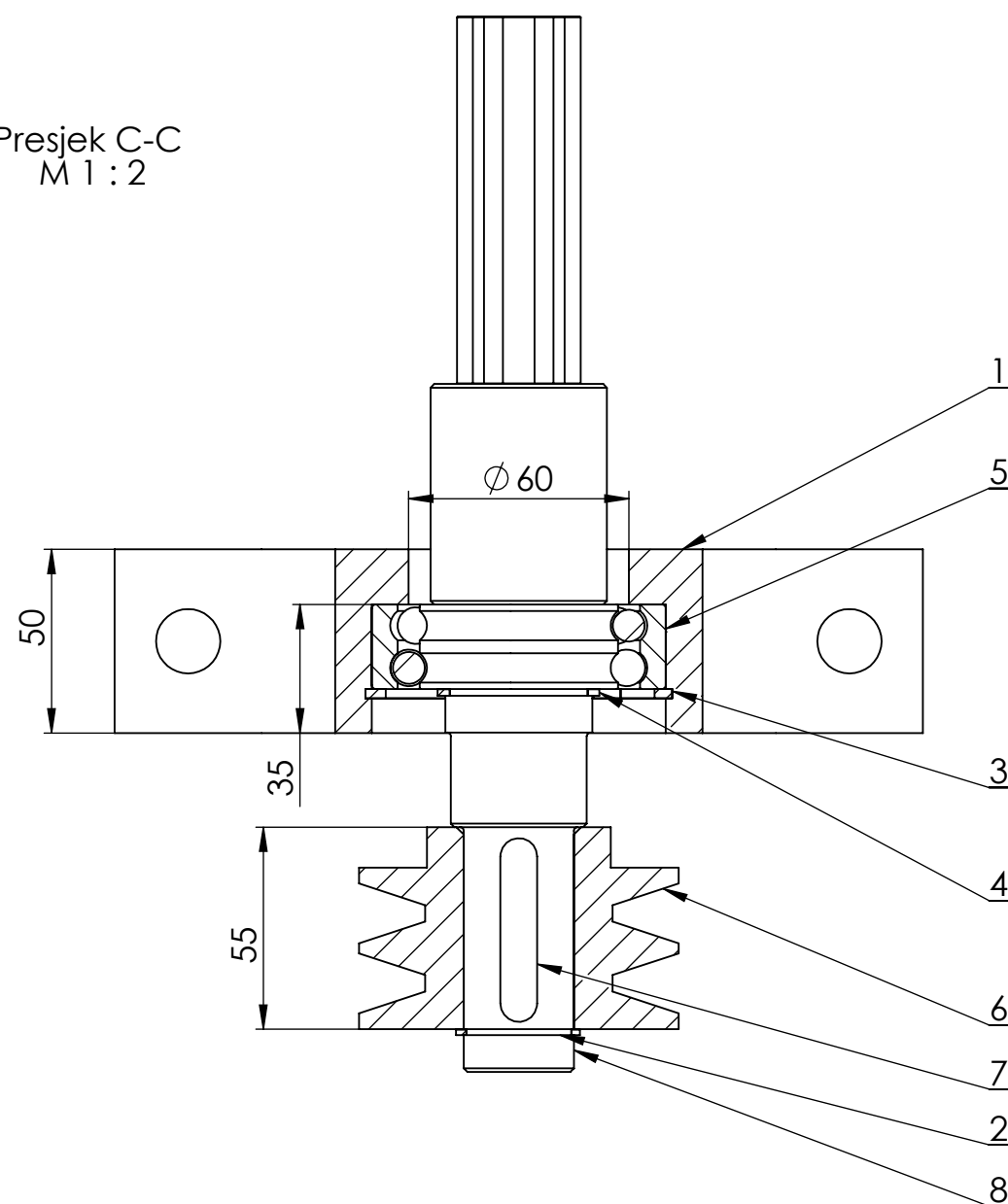
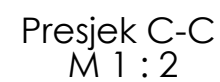
- [1] Lešić, R., Povrćarstvo, Zrinski, Čakovec, 2004.
- [2] [http://en.wikipedia.org/wiki/Power\\_take-off](http://en.wikipedia.org/wiki/Power_take-off)
- [3] <http://www.agrogrom.hr>
- [4] <http://www.messis.hr>
- [5] <http://www.uniagroup.com>
- [6] <http://www.holaras.nl/en/>
- [7] <http://www.agrodivo.com/>
- [8] <http://www.amitytech.com>
- [9] <http://www.google.com/patents>
- [10] <http://www.trgo-agencija.hr/>
- [11] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga Zagreb, 1975.
- [12] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, 1970.
- [13] Horvat, Z. i suradnici, Vratilo (proračun), FSB, Zagreb
- [14] Herold, Z.: Računalna i inženjerska grafika, Zagreb, 2003.
- [15] <http://www.strojopromet.com/>
- [16] <http://www.fag.com>
- [17] <http://www.skf.com>
- [18] <http://www.haberkorn.si>
- [19] <http://www.gufero.com>
- [20] <http://www.fairon-bearings-international.com>


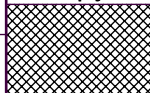

## **PRILOZI**

- I. CD-R disc
- II. Tehnička dokumentacija



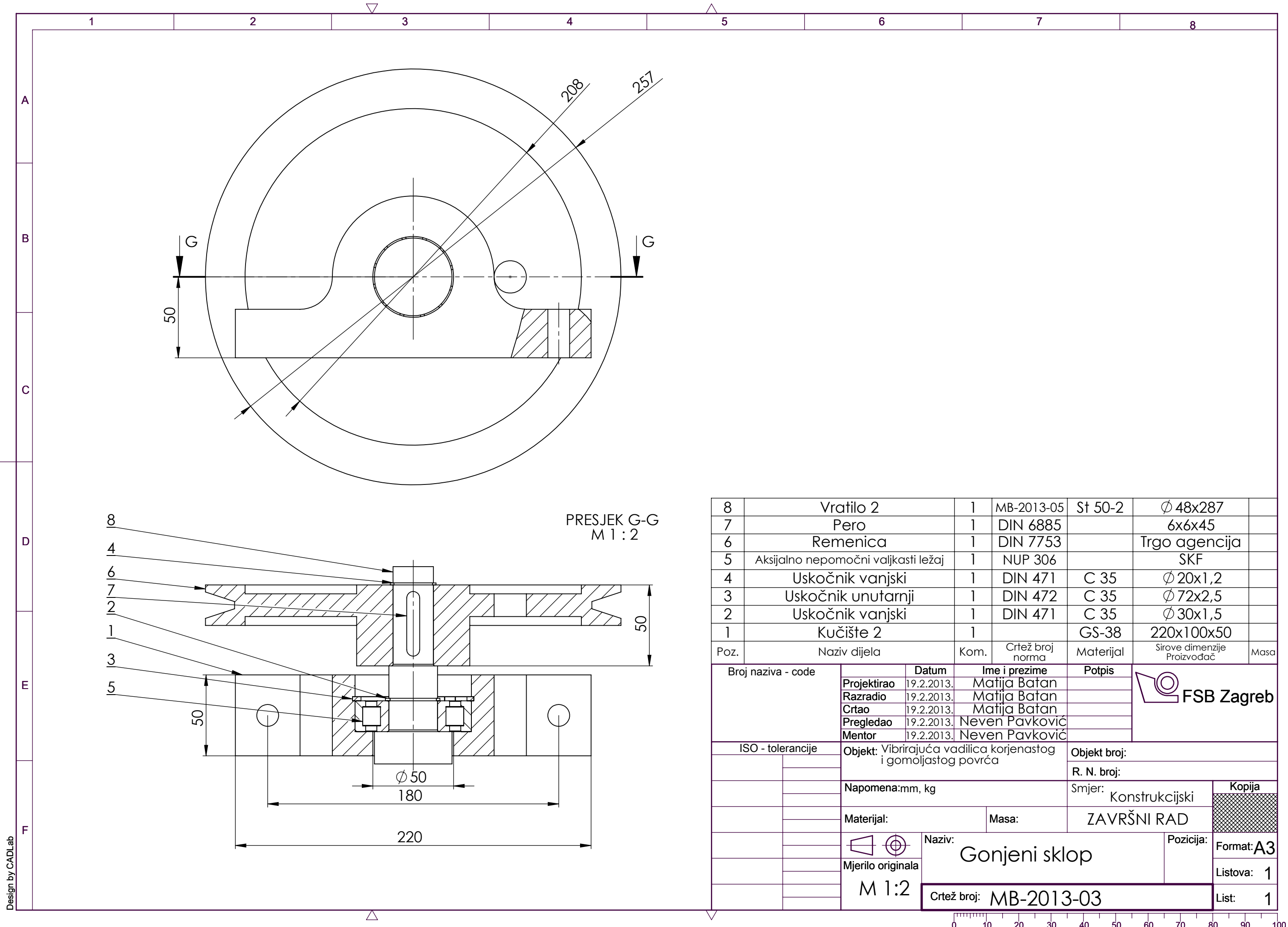




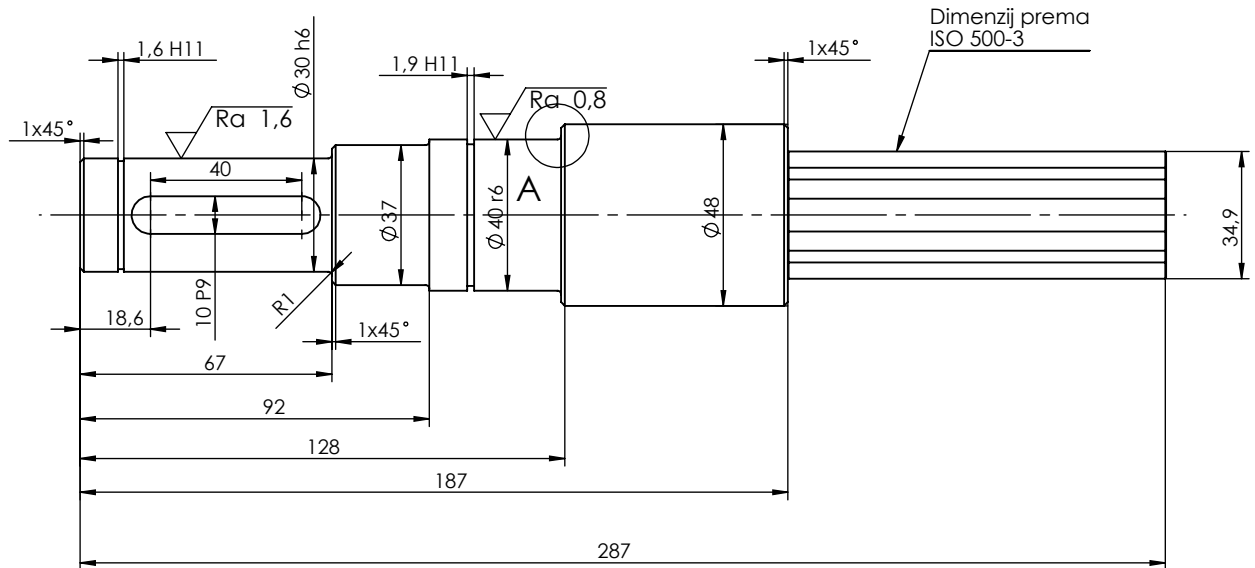
8	Vratilo	1	MB-2013-04	Št 50-2	Ø 48x287		
7	Pero	1	DIN 6885		10x8x50		
6	Remenica	1	DIN 7753		Trgo agencija		
5	Dvoredni kuglični ležaj s kosim dodirom	1	4208 ATN9		SKF		
4	Uskočnik vanjski	1	DIN 471	C 35	Ø 40x1,75		
3	Uskočnik unutarnji	1	DIN 472	C 35	Ø 80x2,5		
2	Uskočnik vanjski	1	DIN 471	C 35	Ø 30x1,5		
1	Kučiste	1		GS-38	220x75x50		
Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa	
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime		Potpis	 FSB Zagreb	
		Projektirao	19.2.2013.	Matija Batan			
		Razradio	19.2.2013.	Matija Batan			
		Crtao	19.2.2013.	Matija Batan			
		Pregledao	19.2.2013.	Neven Pavković			
		Mentor	19.2.2013.	Neven Pavković			
ISO - tolerancije		Objekt: Vibrirajuća vadilica korjenastog i gomoljastog povrća			Objekt broj:		
					R. N. broj:		
		Napomena:mm, kg			Smjer: Konstrukcijski	Kopija	
		Materijal:		Masa:	ZAVRŠNI RAD		
		 Naziv: Pogonski sklop			Pozicija:		Format: A3
					Listova: 1		
					List: 1		
					Crtež broj: MB-2013-02		
		Mjerilo originala M 1:2					



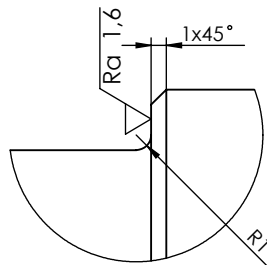




$\sqrt{Ra\ 6,3}$ 
 $\left( \sqrt{Ra\ 1,6} \ , \sqrt{Ra\ 0,8} \right)$

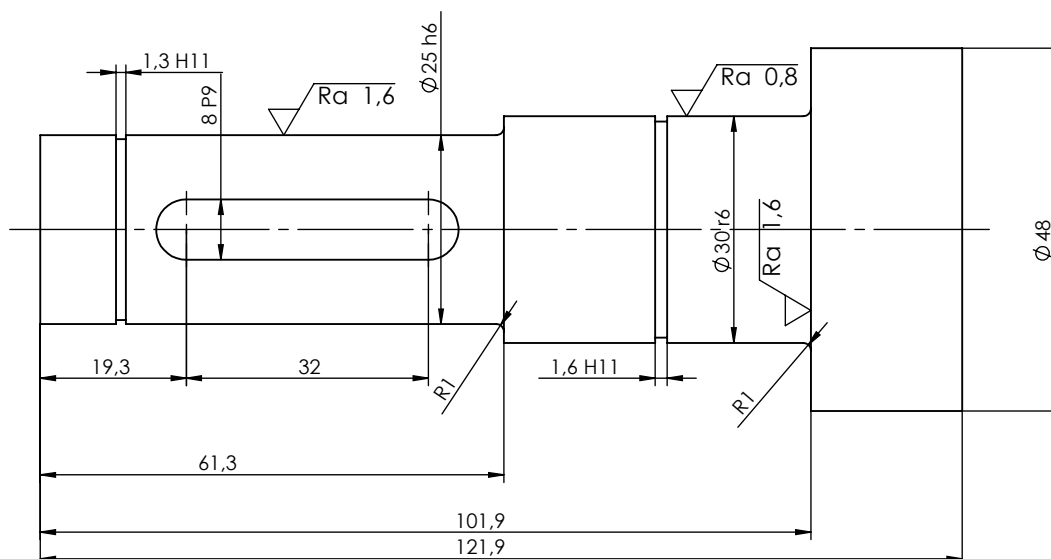


DETALJ A  
M 2 : 1



ISO - TOL		Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb		
		Projektirao	19.2.2013.	Matija Batan			
		Razradio	19.2.2013.	Matija Batan			
		Crtao	19.2.2013.	Matija Batan			
		Pregledao	19.2.2013.	Neven Pavković			
Ø 30 h6	0 -0,013	Objekt: Vibrirajuća vadičica korjenastog i gomoljastog povrća			Objekt broj:		
Ø 40 r6	+0,050 +0,034				R. N. broj:		
		Napomena:mm, kg			Smjer:	Kopija	
					Konstrukcijski		
10 P9	-0,015 -0,051	Materijal: St 50-2	Masa:	ZAVRŠNI RAD			
1,9 H11	+0,060 0	 Naziv: Vratilo			Pozicija:	Format: A4	
1,6 H11	+0,060 0				Mjerilo originala		
		M 1:2	Crtež broj: MB-2013-04			List: 1	

$\sqrt{Ra\ 6,3}$ 
 $\left( \sqrt{Ra\ 1,6} \ , \sqrt{Ra\ 0,8} \right)$



ISO - TOL		Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
		Projektirao	19.2.2013. Matija Batan			
		Razradio	19.2.2013. Matija Batan			
		Crtao	19.2.2013. Matija Batan			
		Pregledao	19.2.2013. Neven Pavković			
Ø 25 h6	0 -0,013	Objekt: Vibrirajuća vadilica korjenastog i gomoljastog povrća			Objekt broj:	
Ø 30 r6	+0,050 +0,034				R. N. broj:	
8 P9	-0,015 -0,051	Napomena: mm, kg			Smjer:	Kopija
1,6 H11	+0,060 0	Materijal: St 50-2			Konstrukcijski	
1,3 H11	+0,060 0	Masa:			ZAVRŠNI RAD	
		Naziv:			Pozicija:	Format: A4
		Vratilo 2				Listova: 1
		Crtež broj: MB-2013-05				List: 1